

Impact of the use of interactive whiteboards on meaningful learning in engineering students

Pérez-Samanamud, Miguel V., Doctor¹, Sáenz-Rivera, Pedro Y., Magíster², Gil-López, José M., Doctor³, Sanchez-Castillo, Eddy A., Magíster⁴, y Pérez-Samanamud, Manuel E., Doctor⁵

Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, mperezsa@unfv.edu.pe, psaenz@unfv.edu.pe, jgill@unfv.edu.pe, esanchez@unfv.edu.pe, mperez@unfv.edu.pe

Grupo de investigación GISI – EUPG de la Universidad Nacional Federico Villarreal

Abstract - The study evaluated the impact of interactive whiteboards (IWB) on meaningful learning in students of the Faculty of Electronic Engineering and Computer Science (FIEI), in three subjects: calculus, English, and programming language. The design was quasi-experimental with control groups (CG) and experimental groups (EG), the intervention was carried out with the application of IWB to the EG, the sample distribution: calculus EG=21 and CG=20, English EG =25, and CG=23 and in programming language with EG =15 and CG=16. The instruments used were questionnaires: calculus 5 questions, English 10 questions, and programming language 5 questions, each with expert judgment validity and KR-20 reliability of [80%, 0.810], [85%, 0.798], [90%, 0.805] respectively. The results using the T-Student test for independent samples show that the IWBs had a significant impact on the learning of the three subjects: calculus in the graphic component $p=0.003$, English in the writing component $p=0.047$; and programming language in the systems design and programming development components with a $p<0.001$. It is concluded that the IWBs are valuable tools to promote meaningful learning in subjects such as calculus, English, and programming language, and it is suggested to incorporate other pedagogical strategies to maximize their effectiveness in the components that did not have a significant impact.

Keywords: Interactive whiteboards, meaningful learning, integral calculus, English language, programming language.

Impacto del uso de pizarras digitales interactivas en el aprendizaje significativo en estudiantes de ingeniería

Pérez-Samanamud, Miguel V., Doctor¹, Sáenz-Rivera, Pedro Y., Magíster², Gil-López, José M., Doctor³, Sanchez-Castillo, Eddy E., Magíster⁴, y Pérez-Samanamud, Manuel E., Doctor⁵¹
Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, mperezsa@unfv.edu.pe, psaenz@unfv.edu.pe, jgill@unfv.edu.pe, esanchez@unfv.edu.pe, mperez@unfv.edu.pe

Grupo de investigación GISI – EUPG de la Universidad Nacional Federico Villarreal

Resumen– El estudio evaluó el impacto de las pizarras digitales interactivas (PDI) en el aprendizaje significativo en estudiantes de la Facultad de Ingeniería Electrónica e Informática (FIEI), en tres asignaturas cálculo, inglés y lenguaje de programación. El diseño fue cuasiexperimental con grupos control (GC) y experimental (GE), la intervención se realizó con la aplicación de PDI al GE, la distribución de la muestra: cálculo GE=21 y GC=20, inglés GE=25 y GC= 23 y en lenguaje de programación con GE=15 y GC=16. Los instrumentos utilizados fueron cuestionarios: cálculo 5 preguntas, inglés 10 preguntas y lenguaje de programación 5 preguntas, cada uno con validez de juicio de expertos y confiabilidad KR-20 de [80%, 0,810], [85%, 0,798], [90%, 0,805] respectivamente. Los resultados utilizando la prueba T-Student para muestras independientes evidencian que las PDI tuvieron un impacto significativo en el aprendizaje de las tres asignaturas: cálculo en el componente gráfico $p=0,003$, inglés en el componente escritura $p=0,047$; y en lenguaje de programación en los componentes diseño de sistemas y desarrollo de programación con un $p<0,001$. Se concluye que las PDI son herramientas valiosas para promover un aprendizaje significativo en asignaturas como cálculo, inglés y lenguaje de programación, además se sugiere incorporar otras estrategias pedagógicas para maximizar su efectividad en los componentes que no se obtuvo impacto significativo.

Palabras clave: Pizarras interactivas, aprendizaje significativo, cálculo integral, idioma inglés, lenguaje de programación.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la educación enfrenta un desafío constante: adaptarse a las necesidades de un mundo sumamente dinámico, generado por el constante avance de la tecnología y la innovación. Las herramientas tecnológicas en el aula han dinamizado la manera como se desarrolla el proceso enseñanza aprendizaje, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la calidad educativa. Entre estas herramientas, las pizarras digitales interactivas (PDI) han emergido como un recurso valioso que no solo facilita la presentación de contenidos, sino que también promueve la interactividad de los estudiantes. [1] plantearon como objetivo conocer la relación entre las actitudes de los alumnos y el manejo de pizarras digitales interactivas con la finalidad de

alcanzar la competencia tecnología y medio ambiental de los estudiantes. El estudio fue no experimental con un corte transversal de alcance relacional. Para analizar el logro de actitud y competencia, se realizó a través de un proyecto ad hoc de 2 instrumentos y un documento escrito requerido por los estudiantes. Los resultados mostraron que más del 60% de los alumnos tenían una actitud positiva hacia el uso de las pizarras interactivas, y existe una baja relación positiva entre la actitud y el logro de la competencia científica, tecnológica y ambiental.

[2] en su estudio aplicación de una pizarra digital interactiva para la mejora del aprendizaje colaborativo de los alumnos. Utilizo el diseño cuasiexperimental. El resultado muestra una diferencia significativa total del 34% entre la evaluación pretest del grupo experimental ($\bar{x} = 40,76$) y la evaluación posttest ($\bar{x} = 74,65$), en contraste con el grupo control que mostró cambios. De manera similar, el nivel de significancia ($p < 0.001$), con un error menor a 0.05, lo reportado por la prueba U de Mann Whitney, lo que hizo aceptada la hipótesis de investigación. El uso de pizarras interactivas se ha utilizado con el propósito de resaltar habilidades importantes de los alumnos, incluido el aprendizaje cooperativo, las habilidades sociales, la formación en grupo, la comunicación de apoyo y el compromiso personal.

[3] en su estudio obtuvo como resultado un coeficiente de correlación de 0,920 entre la pizarra virtual interactiva (PVI) y las variables de aprendizaje con un ($p < 0,05$), indicando una correlación significativa entre la PVI y el aprendizaje de los discentes en las asignaturas de la especialidad profesional de informática. Además, [4] mostró cómo las pizarras digitales interactivas facilitan la instrucción de contadores. Utilizó una muestra aleatoria simple de 210 personas. Según el estudio, las pizarras digitales interactivas tienen un impacto significativo en la formación profesional debido a su capacidad para motivar y despertar vocación de los alumnos en tópicos que aprende, promueve la asimilación de conceptos nuevos y complejos, se adecua a la aplicación de metodologías y estrategias, lo que conduce a un aprendizaje autónomo y

significativo, que da origen a una formación profesional diferente, que une competencias, conocimientos y conocimientos.

[5] estudió la relación entre estrategias de enseñanza y tecnología moderna, utilizado en las actividades académicas de los estudiantes de secretariado y en el aprendizaje de inglés. El estudio utilizó fue cuantitativo con alcance correlacional y no experimental. Se utilizó 70 estudiantes en la población y la muestra, para recoger la información se tomó una encuesta. En cuanto a los hallazgos descriptivos, el 70% de los participantes cree que los métodos de enseñanza modernos permiten un aprendizaje óptimo del idioma inglés. En cuanto a las conclusiones se encontró que las variables de estudio tuvieron correlación en 0.703; $p < 0.001$ lo que significa que hay una asociación positiva y moderada entre las variables de estudio. El resultado del estudio indica que la aplicación de innovadoras estrategias de los profesores mejora la enseñanza del inglés, lo cual conlleva a que los alumnos puedan tener aprendizajes pertinentes y duraderos gracias al uso apropiado de las pizarras digitales interactivas.

[6] en el estudio tuvo como objetivo desarrollar estrategias educativas para promover la instrucción del cálculo en estudiantes universitarios. Utilizo un diseño cuasiexperimental; con una muestra de 229 estudiantes a los cuales se le aplicaron prueba exhaustiva de aritmética, entrevistas y un diario de campo. El resultado de la herramienta aplicada genero la satisfacción de una gran proporción de personas las cuales piensan que el PDI es imprescindible en las clases de cálculo.

[7] muestran que los estudiantes de instituciones educativas tienen un bajo rendimiento en matemáticas. Esto se debe principalmente a que los docentes no utilizan suficientes herramientas o sistemas tecnológicos. Por otra parte, los docentes que utilizan PDI genera un aporte significativo en el logro de aprendizaje de los estudiantes y por ello la importancia del uso del PDI como herramienta tecnológica.

[8] la investigación fue reconocer la prevalencia de publicaciones relacionadas con el uso de pizarra digital y su impacto en el aprendizaje matemático. Se concluyó que los resultados son muy importantes para futuras investigaciones, ya que brindan información que permite a los investigadores encontrar publicaciones relacionadas con el tema de investigación. Además, se investigó cómo la inclusión de las TIC en el aula, como una pizarra digital, ayuda a los estudiantes a aprender matemáticas de manera significativa.

[9] el estudio va a analizar la metodología del maestro y su impacto en los alumnos como agentes ejecutantes del uso del PDI de recursos tecnopedagógicos y su influencia en la enseñanza y el aprendizaje. Se utilizó un enfoque cuantitativo, se realizó una encuesta preliminar entre profesores y estudiantes. Se administró un instrumento a todos los docentes de tiempo completo con materias comunes (25 docentes) y un $p < 0.05$; con muestra 206 alumnos. Para obtener los resultados rápidamente, la encuesta se procesó con el paquete estadístico SPSS versión 21. Según el estudio, tanto profesores como estudiantes tienen una actitud positiva hacia la aplicación de

pizarras interactivas en la cátedra universitaria, porque ayudan a los estudiantes a comprender las materias una mejor forma. Interesante e interactiva, es una herramienta fácil de usar que promueve el aprendizaje de los discentes. Sin embargo, sólo el 48% de los profesores cree que presentar sesiones novedosas usando las pizarras interactivas incrementa el aprendizaje de los estudiantes, mientras que el 64% de los estudiantes aprueba el PDI. Esta diferencia puede deberse a la falta de un proceso de desarrollo docente planificado y sistemático. En la educación superior es necesario desarrollar nuevos métodos y/o estrategias para incorporar PDI en la enseñanza y el aprendizaje.

[10] en su artículo indica que el PDI es útil y necesario en el ámbito educativo. Una limitante en el estudio ha sido la poca velocidad de la red de internet dentro de la institución. El problema era que tanto profesores como estudiantes carecían de equipamiento técnico debido a los limitados recursos económicos o al alto precio del servicio de Internet. Concluye que los PDI tienen ventajas en el proceso educativo de estudiantes adultos con educación formal incompleta porque son fáciles de entender y promueven la enseñanza y mejora el aprendizaje de los alumnos. La desventaja es la falta de formación técnica de los docentes.

[11] considera que el uso de las pizarras digitales interactivas (PDI) como un medio tecnológico adaptable que facilita la enseñanza a través de contenidos multimedia. Destaca que las PDI permiten simplificar y acelerar la transmisión de información, aportando flexibilidad e interactividad al proceso de aprendizaje. Según su estudio, las PDI son efectivas en todos los niveles educativos y en diversas asignaturas, lo que las convierte en herramientas versátiles en el aula. El autor menciona que las PDI permiten la creación de contenidos didácticos personalizados, lo que ayuda a los docentes a adaptar los recursos a las necesidades específicas de sus estudiantes. Esto no solo mejora la calidad de la enseñanza, sino que también promueve un aprendizaje más significativo.

[12] el estudio se centra en la efectividad de las pizarras digitales interactivas en el aprendizaje. Los autores concluyen que el uso de PDI tiene un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, aumentando su motivación y participación en el aula. Los autores analizan múltiples estudios y evidencian que las PDI no solo mejoran la comprensión de los contenidos, sino que también fomentan un ambiente de aprendizaje más dinámico y colaborativo. Su investigación destaca que, al integrar tecnología en el aula, los docentes pueden crear experiencias de aprendizaje más atractivas y efectivas.

[13] su investigación se centra en cómo la implementación de PDI puede contribuir al perfeccionamiento de las habilidades tecnológicas de los educadores, lo que a su vez mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los autores concluyen que el uso adecuado de las PDI no solo beneficia a los estudiantes, sino que también empodera a los docentes al proporcionarles herramientas para innovar en sus prácticas pedagógicas. Además, destacan que la integración de estas

tecnologías en el aula puede motivar a los docentes a adoptar nuevas metodologías y enfoques en su enseñanza.

Ausubel [14] es uno de los autores fundamentales en la teoría del aprendizaje significativo. El autor critica el método de descubrimiento predominante en la educación de su tiempo, argumentando que este enfoque no es eficiente para la enseñanza de contenidos complejos. Propone que el aprendizaje significativo se produce cuando la nueva información se relaciona de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante. Esta relación es crucial, ya que permite que el aprendizaje no sea solo un acto de memorización, sino un proceso de integración cognitiva que facilita la comprensión y la retención a largo plazo. [15] argumentan que el aprendizaje significativo se basa en la conexión entre el nuevo conocimiento y las experiencias previas del estudiante, lo que permite una integración más profunda de la información. Además, los autores subrayan la importancia de la evaluación formativa en el aprendizaje significativo. La evaluación debe centrarse en la comprensión y aplicación de los conceptos, en lugar de la simple memorización. [16] los autores argumentan que cuando los estudiantes pueden relacionar la nueva información con sus conocimientos previos y experiencias personales, se sienten más motivados para aprender. Esta conexión emocional y cognitiva con el contenido es fundamental para fomentar un aprendizaje más profundo y significativo, lo que a su vez puede llevar a un mayor éxito académico.

[17] los autores argumentan que la enseñanza centrada en el estudiante es fundamental para facilitar este tipo de aprendizaje. Esto implica que los docentes deben adaptar sus métodos de enseñanza a las necesidades y estilos de aprendizaje de sus estudiantes. Según [18] el cálculo integral es un proceso matemático a través del cual se aplican procedimientos algorítmicos de integración o antiderivadas para la solución de problemas. Por su parte, [19] afirma que el cálculo diferencial e integral es el aprendizaje de notaciones y justificaciones rigurosas del formalismo matemático donde prima la solución de problemas rutinarios. Por otro lado, [20] describen al cálculo diferencial e integral como el aporte de herramientas de conocimientos y habilidades esenciales para el desarrollo profesional de la Ingeniería. Además, la aplicación e incorporación genera en los estudiantes la motivación que los invita a identificar los alcances que poseen las matemáticas en todos los aspectos de la vida diaria [21], siendo relevante repensar la manera como se está enseñando el cálculo integral para que se tenga un proceso de aprendizaje efectivo de este [19].

La necesidad de la adquisición de lenguas extranjeras como el inglés base de la comunicación intercultural ha aumentado significativamente el uso de nuevas metodologías y tecnologías avanzadas con el propósito de optimizar la calidad de la enseñanza [22]. Las perspectivas sobre el uso de las TIC'S en el aprendizaje del inglés son muy positivas, pero dicho éxito depende asimismo en la actitud de los profesores y los alumnos hacia el papel de las TIC's en el proceso de enseñanza-aprendizaje del inglés [23]. La aplicación de las

TIC's facilitan el aprendizaje del idioma inglés debido a que ayuda a factores como el amplio vocabulario en inglés y las reglas ortográficas complicadas, la mayoría de los entrevistados piensan que aprender vocabulario en inglés es más difícil. Además, la mayoría de los entrevistados cree que la aplicación del método completo de enseñanza del idioma en la enseñanza del vocabulario en inglés en la universidad es muy necesaria y obtendrá mejores resultados de enseñanza, mejorando así la eficiencia de los estudiantes universitarios en el aprendizaje del vocabulario en inglés [24].

Investigadores [25] sostenían que la implementación de tecnologías digitales modernas en actividades prácticas de aprendizaje tiene un impacto constructivo en la eficacia del aprendizaje. Desde el punto de vista funcional, las herramientas digitales modernas motivan a los estudiantes a aprender inglés, desarrollan la competencia comunicativa de los estudiantes, mejoran la interacción de los estudiantes y crean un entorno de aprendizaje eficaz para aprender fuera del aula [26].

El Lenguaje de Programación Orientado a Objetos al ser un curso netamente de programación y desarrollo de software en Java es una de las ramas dentro de la ingeniería de sistemas o ingeniería informática con una importancia muy alta en los alumnos con mucha lógica, y se adentran al mundo de la programación. Estas características positivas de las pizarras digitales interactivas influyen de manera beneficiosa tanto en los alumnos como en los profesores al utilizarse en entornos virtuales de aprendizaje [27].

II. MÉTODO

La investigación utilizó el método hipotético deductivo que va a partir de la base teórica, plantea una hipótesis utilizando un razonamiento deductivo, la cual se busca luego confirmar a través de pruebas empíricas; en ese sentido, el proceso hipotético-deductivo es el nombre que recibe el ciclo completo de inducción y deducción [28]. Asimismo, el enfoque cuantitativo está relacionado con la cuantificación al momento del recojo de los datos para probar hipótesis sustentado en medición numérica y análisis estadístico para crear modelos de procedimiento y validar teorías [29]. Es por ello la presente investigación está organizada de manera secuencial y luego de haber planteado las hipótesis y definido el diseño se midió las variables, se realizó el análisis de estas mediciones mediante métodos estadísticos para poder dar respuestas a los problemas planteados.

La investigación es de nivel explicativo porque son estudios donde el propósito es establecer las causas de los sucesos, problemas o fenómenos que están sujeto al estudio [30]. El diseño de la investigación fue de tipo cuasiexperimental, con un pretest y postest enmarcado en un contexto cuantitativo [31].

Para [32] la población son todos los sujetos sometidos a un estudio en particular, donde cada uno de los sujetos u objetos tienen rasgos propios que las diferencian de las demás

o su reacción pueden expresar algún interés al fenómeno de estudio. Por ello la población lo conforman todos los estudiantes con matrícula vigente de la Facultad de Ingeniería Electrónica e Informática de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

La muestra es de 120 estudiantes distribuidos de la siguiente manera: 41 estudiantes del primer año matriculados en la asignatura de cálculo de ingeniería electrónica (20 grupo control, 21 grupo experimental); 48 alumnos matriculados en la asignatura de inglés III del segundo año de ingeniería electrónica (23 grupo control, 25 grupo experimental); y 31 alumnos matriculados en la asignatura de lenguaje de programación de ingeniería informática (16 grupo control, 15 grupo experimental).

Los instrumentos fueron cuestionarios: cálculo 5 preguntas, inglés 10 preguntas y lenguaje de programación 5 preguntas, cada uno con validez de juicio de expertos y confiabilidad KR-20 de [80%, 0,810], [85%, 0,798], [90%, 0,805] respectivamente. En análisis de datos se utilizó el programa estadístico el IBM SPSS Statistics versión 28.0; condicionado a la normalidad de los datos se realizó la prueba paramétrica: T de Student de grupos independientes.

El procedimiento para obtener el posttest se realizó a través de evaluaciones con pesos $[(E^1+E^3)/2*0.4+ E^2*0.3+E^4*0.3]$ según los lineamientos académicos de la UNFV.

III. RESULTADOS

TABLA I
RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES ASIGNATURA DE CALCULO

Asignatura	Unidad	Evaluación (E ^{1,2,3,4})	Grupo	N	Media	DE	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$		
							Exp-Contr ol		
Cálculo	Pretest		Experimental	21	10,7	3,0	-1,2		
			Control	20	11,9	1,7			
	I	E ¹	Experimental	21	9,8	4,7	0,0		
			Control	20	9,8	4,9			
	II	E ²	Experimental	21	6,0	2,6	0,2		
			Control	20	5,9	2,5			
	III	E ³	Experimental	21	7,3	4,1	-1,3		
			Control	20	8,7	4,9			
	IV	E ⁴	Experimental	21	10,6	3,9	1,6		
			Control	20	9,1	3,2			
	2024-I	Postest		Experimental	21	8,4	2,8	0,3	
				Control	20	8,2	3,0		
	I-2024-2	Cálculo II		Experimental	9	8,6	3,7	2,6	
				Control	9	6,0	3,3		

DE = Desviación estándar
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ = Diferencia de medias

La tabla I evidencia los valores promedio y la desviación estándar de las evaluaciones tanto de entrada como la

correspondiente a las 4 dimensiones de la variable Aprendizaje significativo del Cálculo (Unidad I, II, III y IV), así por ejemplo, en la asignatura de Calculo se observó un rendimiento promedio de entrada 10,7±3,0 puntos en el grupo experimental y 11,9±1,7 en el grupo control con una diferencia de 1,2 puntos a favor del grupo control, mientras que las puntuaciones promedio al finalizar la asignatura (Nota final) fueron 8,4±2,8 y 8,2±3,0 respectivamente lo cual indica una diferencia mínima, no obstante se observa una mayor ventaja del grupo experimental en el examen final (unidad IV); así mismo un seguimiento al rendimiento académico en el periodo 2024-2 indica una mayor ventaja del grupo experimental (2,6 puntos).

TABLA II
RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES ASIGNATURA DE INGLES

Asignatura	Unidad	Evaluación (E ^{1,2,3,4})	Grupo	N	Media	DE	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$		
							Exp-Contr ol		
Ingles	Pretest		Experimental	25	11,6	3,9	0,6		
			Control	23	11,1	3,3			
	I	E ¹	Experimental	25	16,2	2,0	0,6		
			Control	23	15,6	1,2			
	II	E ²	Experimental	25	15,1	3,9	1,6		
			Control	23	13,6	3,5			
	III	E ³	Experimental	25	16,9	1,8	0,6		
			Control	23	16,3	1,2			
	IV	E ⁴	Experimental	25	12,1	4,5	2,3		
			Control	23	9,8	3,0			
	2024-I	Postest		Experimental	25	14,8	2,6	1,4	
				Control	23	13,4	1,7		

DE = Desviación estándar
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ = Diferencia de medias

En la tabla II se presenta los valores promedio y la desviación estándar de las evaluaciones tanto de entrada como la correspondiente a las 4 dimensiones de la variable Aprendizaje significativo de Ingles (Unidad I, II, III y IV), así por ejemplo, se observó un rendimiento promedio de entrada 11,6±3,9 puntos en el grupo experimental y 11,1±3,3 en el grupo control lo cual equivale a una diferencia mínima de 0,6 puntos en el promedio, mientras que las puntuaciones promedio al finalizar la asignatura (Nota final) fueron 14,8±2,6 y 13,4±1,7 respectivamente lo cual indica una diferencia de 1,4 puntos , situación similar se observa en cada una de las dimensiones pero con una menor ventaja del grupo experimental.

TABLA III
RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES ASIGNATURA LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Asignatura	Unidad	Evaluación (E ^{1,2,3,4})	Grupo	N	Media	DE	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$
							Exp-Contr
Lengu. programación		Pretest	Experimental	15	10,7	1,5	-0,3
			Control	16	11,0	2,1	
	I	E ¹	Experimental	15	17,4	1,2	2,4
			Control	16	15,0	1,3	
	II	E ²	Experimental	15	15,9	0,5	1,0
			Control	16	14,9	1,0	
	III	E ³	Experimental	15	14,1	2,0	2,3
			Control	16	11,8	1,7	
	IV	E ⁴	Experimental	15	15,9	0,9	4,6
			Control	16	11,4	1,9	
	2024-I	Posttest	Experimental	15	15,8	0,6	2,6
			Control	16	13,2	0,8	

DE = Desviación estándar

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ = Diferencia de medias

La tabla III muestra los valores promedio y la desviación estándar de las evaluaciones tanto de entrada como la correspondiente a las 4 dimensiones de la variable Aprendizaje significativo de lenguaje de programación. (Unidad I, II, III y IV), así por ejemplo, se observó un rendimiento promedio de entrada $10,7 \pm 1,5$ puntos en el grupo experimental y $11,0 \pm 2,1$ en el grupo control lo cual equivale a una diferencia mínima de 0,3 puntos en el promedio, mientras que las puntuaciones promedio al finalizar la asignatura (Nota final) fueron $15,8 \pm 0,6$ y $13,2 \pm 0,8$ respectivamente lo cual indica una diferencia de 2,6 puntos, situación similar se observa en cada una de las dimensiones siempre con ventaja del grupo experimental. Así mismo el análisis de la desviación estándar indica una mayor homogeneidad en los resultados dentro de cada grupo de estos alumnos.

TABLA IV
PRUEBA T DE STUDENT PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Asignatura	Examen final (Componentes I, II y III)	Grupo	N	Media	Desviación estándar	Diferencia de medias	prueba t para la igualdad de medias
						Exp-Control	p valor
Cálculo	Gráfico	Experimental	21	4,9	1,4	1,2	0,003
		Control	20	3,7	0,8		
	Planteamiento	Experimental	21	3,3	1,5	0,2	0,587
		Control	20	3,1	1,2		
Inglés	Solución	Experimental	21	2,4	1,3	0,2	0,674
		Control	20	2,3	1,4		
	Audición	Experimental	25	3,8	2,1	0,9	0,082
		Control	23	2,9	1,2		
	Escritura	Experimental	25	5,2	1,9	1,0	0,047
		Control	23	4,1	1,6		
Lectura	Experimental	25	3,2	0,7	0,4	0,073	
	Control	23	2,8	0,7			
Lenguaje programación	Análisis de problema	Experimental	15	3,3	0,5	0,3	0,149
		Control	16	3,0	0,7		
	Diseño de sistemas	Experimental	15	6,7	0,6	2,0	<0,001
		Control	16	4,8	0,9		
	Desarrollo de programación	Experimental	15	5,9	0,7	2,2	<0,001
		Control	16	3,6	0,8		

La tabla IV muestra los resultados del examen final segmentado por cada indicador, en el caso de la asignatura de cálculo se observa una diferencia significativa a favor del grupo experimental únicamente en el primer componente (gráfico), con respecto a la asignatura de inglés la diferencia es en el segundo componente (escritura) en cuanto a lenguaje de programación la diferencia se observa en los dos últimos componentes (diseño de sistemas y desarrollo de programación).

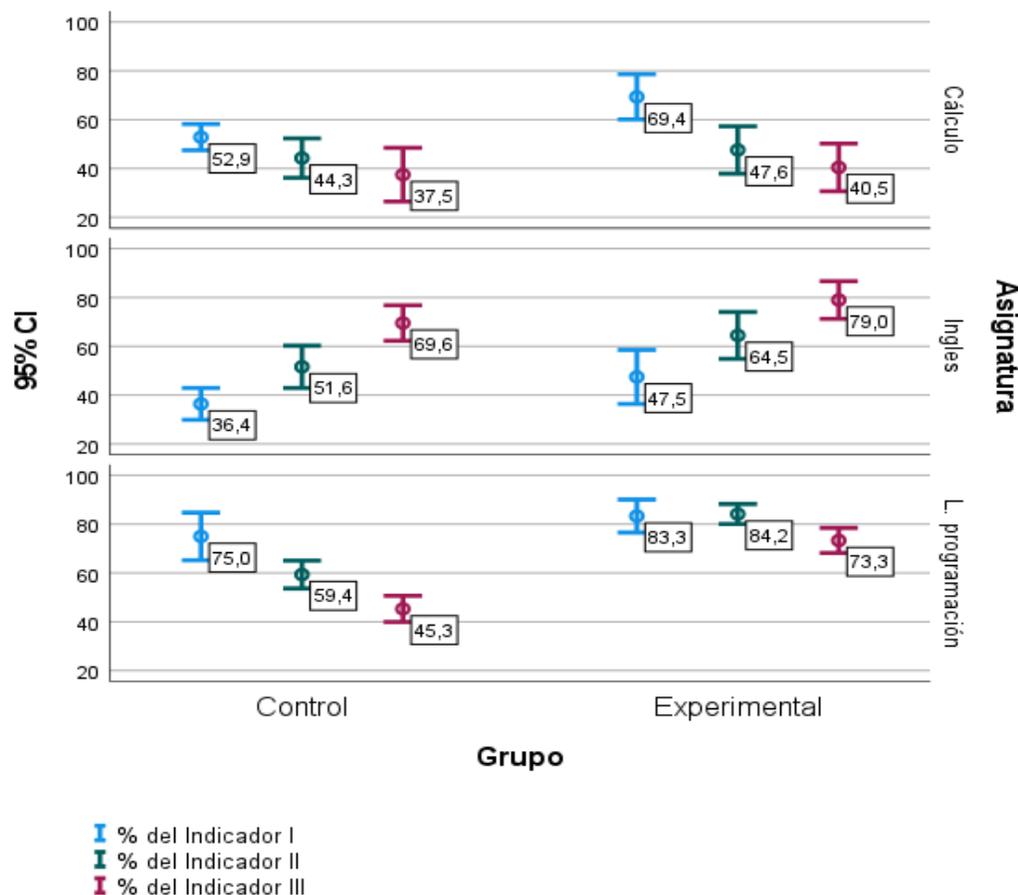


Fig. 1 Rendimiento según indicador o componente por asignatura

Para poder comparar los resultados entre indicadores dentro del postest de cada asignatura se procedió a calcular el rendimiento porcentual por cada indicador en la escala de 0-100%, en términos generales al comparar entre grupos se observa un mayor rendimiento en el grupo experimental, pero además el análisis de la figura permite observar que en la asignatura de cálculo en ambos grupos (control y experimental) hay un menor rendimiento en el componente III (solución) mientras en el primer indicador el rendimiento es mayor; en cuanto a la asignatura de inglés se observa que el mayor rendimiento se da en el 3er componente (lectura) y menor rendimiento en el primer componente (audición), por el contrario en la asignatura de lenguaje de programación el patrón del grupo control y experimental son diferentes, en el grupo experimental los dos primeros componentes presentan resultados similares mientras que en el grupo control hay un mayor rendimiento en el primer componente (análisis de problema).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El impacto del uso de pizarras digitales interactivas (PDI) en el aprendizaje significativo de los estudiantes de ingeniería es un tema de creciente interés en el ámbito universitario. Los resultados obtenidos en este estudio permiten reflexionar sobre los efectos diferenciales que estas herramientas tecnológicas tienen en el aprendizaje de distintas asignaturas y las implicancias para su implementación efectiva en el aula.

Impacto en la asignatura de cálculo: Los resultados del estudio revelan que el uso de PDI en el curso de cálculo muestra un impacto significativo como muestra la tabla IV, el componente I, gráfico $p=0.003$. Además, en la tabla I se aprecia que el grupo experimental mostró una ligera ventaja en la evaluación (E^4) con una media de 10.6 y en el seguimiento al periodo 2024-2, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, es decir son similares a los resultados de [7], [8]. Esto podría explicarse por diversos factores: Primero, naturaleza abstracta del contenido: El cálculo implica conceptos matemáticos altamente abstractos que, aunque

pueden beneficiarse de representaciones visuales, requieren un nivel de comprensión conceptual que no necesariamente se ve favorecido por el uso de PDI de manera aislada. Segundo, falta de integración pedagógica: Según Vargas [6], las PDI son más efectivas cuando se utilizan dentro de estrategias pedagógicas bien diseñadas. La ausencia de una planificación específica que aproveche las capacidades interactivas de las PDI podría haber limitado su impacto. Tercero, homogeneidad inicial: La similitud en los niveles de conocimiento de entrada entre los grupos podría haber dificultado la identificación de efectos significativos derivados del uso de PDI.

Estos resultados sugieren que, para maximizar el impacto de las PDI en cursos como cálculo, es necesario integrarlas con métodos de enseñanza que fomenten la visualización y manipulación activa de conceptos matemáticos, tal como lo proponen Fonseca y Alfaro [18].

Impacto en la asignatura de inglés: Los datos mostraron un impacto positivo y estadísticamente significativo del uso de PDI como se muestra en la tabla 4, componte II, la escritura $p=0.047$, y en la tabla II en la evaluación (E^4) con una media de 12.1 y postest con meda de 14.8. Esto se alinea con investigaciones previas que destacan la efectividad de las PDI para mejorar habilidades lingüísticas [5], [24]. Varias razones explican este impacto: Interactividad y participación: Por un lado, las PDI permitieron actividades interactivas como ejercicios de pronunciación y comprensión auditiva en tiempo real, lo que promovió una mayor participación de los estudiantes; por otro lado, la PDI como recurso didáctico: La integración de videos, imágenes y ejercicios interactivos facilitó un aprendizaje más dinámico y atractivo, en línea con los resultados de Abbasova y Mammadova [25]. Finalmente, la relevancia del idioma en la ingeniería: Los estudiantes de ingeniería comprenden la importancia del inglés técnico relacionado a su carrera, lo que podría haber aumentado su motivación para participar activamente en las sesiones con PDI [22], [23].

Estos resultados resaltan la utilidad de las PDI como herramientas para personalizar y enriquecer el aprendizaje de idiomas, particularmente cuando se combinan con metodologías centradas en el estudiante.

Impacto en el curso de lenguaje de programación: El curso de lenguaje de programación mostró los resultados más significativos, tabla IV, componte II con un $p<0.001$ y componte III con $p<0.001$ donde el grupo experimental superando consistentemente al grupo control en las dimensiones evaluadas. Este resultado es coherente con estudios como el de Gonzales y Barbaran [3], que subrayan los beneficios de las PDI en la enseñanza universitaria. Las razones detrás de este impacto incluyen: Primero, la visualización en tiempo real: La capacidad de las PDI para mostrar algoritmos, estructuras de datos y flujos de programación en tiempo real permitió a los estudiantes comprender mejores conceptos abstractos. Segundo, la aplicación práctica: Las PDI facilitaron la implementación y depuración de código durante las sesiones de clase, lo que promovió un aprendizaje activo y significativo. Tercero, la

homogeneidad y motivación: La menor dispersión en las puntuaciones del grupo experimental sugiere que las PDI contribuyeron a un aprendizaje más uniforme y motivaron a los estudiantes a participar activamente, resultados similares a [9], [15], [33].

Estos resultados destacan el potencial de las PDI para transformar la enseñanza de asignaturas de lenguaje de programación, siempre que se utilicen dentro de un enfoque pedagógico que fomente la interacción y el aprendizaje basado en problemas.

El análisis de las tres asignaturas resalta que el impacto de las PDI varía según la naturaleza de la asignatura y el enfoque pedagógico implementado. Mientras que su efectividad fue limitada en cálculo, mostraron un impacto significativo en inglés y lenguaje de programación. Esto sugiere que las PDI son más efectivas en contextos donde se prioriza la interactividad y la aplicación práctica de conceptos.

Además, estos resultados enfatizan la necesidad de capacitar a los docentes en el uso pedagógico de las PDI. Como señalan [4], [13], [21], la formación docente es clave para maximizar los beneficios de estas herramientas. La integración de estrategias didácticas innovadoras, como el aprendizaje basado en proyectos, podría potenciar aún más el impacto de las PDI en la educación en ingeniería.

CONCLUSIONES

El uso de pizarras digitales interactivas (PDI) sí tiene un impacto positivo en el aprendizaje significativo de los estudiantes de ingeniería en la FIEI, las diferencias están asociadas a la naturaleza de los contenidos del curso y al nivel de logro de los componentes en cada asignatura. Además, se sugiere incorporar otras estrategias pedagógicas para maximizar su efectividad en los componentes que no se obtuvo impacto significativo.

En el curso de cálculo, el impacto del uso de las PDI fue significativo en el componente gráfico ($p=0.003$), pero no se obtuvieron impacto significativo en los componentes planteamiento y la solución ($p>0.05$).

En el curso de inglés, el uso de PDI impactó significativamente el aprendizaje significativo en el componte escritura ($p=0.047$), pero no se obtuvieron impacto significativo en los componentes audición y lectura $p>0.05$.

En el curso de lenguaje de programación, el uso de PDI impactó significativamente el aprendizaje significativo en los componentes de diseño de sistemas y desarrollo de programación ($p<0.001$), pero no se obtuvieron impacto significativo en el componente análisis de problemas $p>0.05$.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la comunidad de investigadores del Grupo de Investigación de Industria, Innovación, Infraestructura y Sistemas Inteligentes GISI, de la Escuela Universitaria de Posgrado, aprobado con Resolución VRIN 134-2021-UNFV por su permanente apoyo en el desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] L. E. Arocutipia y G. Platero, «Actitud de estudiantes de secundaria frente al uso de pizarras digitales interactivas y el logro de competencias», *Dominio Las Cienc.*, vol. 7, n.º Extra 3, pp. 418-436, 2021.
- [2] E. L. Castro, «Uso de pizarra digital interactiva para la mejora del aprendizaje colaborativo en estudiantes de una institución educativa de Ica, 2021», *Repos. Inst. - UCV*, 2022, Accedido: 27 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77600>
- [3] M. J. Gonzales y S. A. Barbaran, «La pizarra virtual interactiva OPENBOARD como recurso didáctico en el aprendizaje en los estudiantes de la carrera profesional de Educación Primaria e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2021», *Univ. Nac. Amaz. Madre Dios - UNAMAD*, dic. 2023, Accedido: 27 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/1063>
- [4] R. E. Romero, «Las pizarras digitales interactivas y la formación profesional de los contadores públicos en la Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion del distrito de Huacho” año, 2017», oct. 2021, Accedido: 27 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5379>
- [5] M. F. Ticona, «Estrategias didácticas modernas y logros en el aprendizaje del idioma inglés de estudiantes de secretariado en un instituto superior, Lima-2022», *Repos. Inst. - UCV*, 2022, Accedido: 27 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/95566>
- [6] C. V. Vargas, O. L. R. Rincón, y F. J. L. Lozano, «Estrategias pedagógicas mediadas por la Pizarra Digital Interactiva para el aprendizaje del cálculo integral en ciencias básicas», *Rev. Bol. Redipe*, vol. 10, n.º 13, Art. n.º 13, dic. 2021, doi: 10.36260/rbr.v10i13.1778.
- [7] S. F. Sacoto y D. F. Zambrano, «La pizarra digital como herramienta de aprendizaje en el área de matemáticas.», *MQRInvestigar*, vol. 7, n.º 1, Art. n.º 1, feb. 2023, doi: 10.56048/MQR20225.7.1.2023.1971-1988.
- [8] A. Tigrero, J. Choez, y C. Guale, «Las TIC en el aprendizaje significativo de la matemática: Estudio bibliométrico», *Rev. Cienc. PEDAGÓGICAS E Innov.*, vol. 8, pp. 36-45, jun. 2020, doi: 10.26423/rcpi.v8i1.366.
- [9] R. Cala, L. I. Díaz, N. Espí, y J. M. Tituaña, «The impact of the use of interactive digital screens (IDS) in the teaching learning process. A study case in the Otavalo University», *Inf. Tecnol.*, vol. 29, n.º 5, pp. 61-69, 2018, doi: 10.4067/S0718-07642018000500061.
- [10] W. L. Andrade, «Oportunidades y desafíos de la pizarra digital interactiva entre estudiantes adultos con formación formal inconclusa en Manta, Ecuador.», 2022, Accedido: 27 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.sangregorio.edu.ec:8080/handle/123456789/2727>
- [11] G. Ramos y J. Gonzales, «Uso de pizarra digital interactiva en la mejora del nivel de aprendizaje del curso de soldadura en un centro de formación profesional de pisco», Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima-Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3693/Uno_Ramos%20Guevara,%20Gregorio.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- [12] M. Arguello y M. Vásquez, «Efectividad de las pizarras digitales interactivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Un meta-análisis de estudios empíricos», *Rev. Científica Kosm.*, vol. 2, n.º 2, pp. 4-17, jul. 2023, doi: 10.62943/rck.v2n2.2023.45.
- [13] S. Benavente, M. Flores, F. G. Oscco, y L. Núñez, «Desarrollo de las competencias digitales de docentes a través de programas de intervención 2020», *Propósitos Represent.*, vol. 9, feb. 2021, doi: 10.20511/pyr2021.v9n1.1034.
- [14] D. P. Ausubel, *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton, 1963.
- [15] M. Intriago, M. Rivadeneira, y J. Zambrano, «El aprendizaje significativo en la educación superior», *593 Digit. Publ. CEIT*, vol. 7, n.º 1-1, Art. n.º 1-1, feb. 2022, doi: 10.33386/593dp.2022.1-1.1014.
- [16] S. Zamora, S. Segarra, S. González, y M. Vitonera, «El aprendizaje significativo en la educación actual: una reflexión desde la perspectiva crítica», *Rev. Educ. - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa* 20, pp. 218-230, abr. 2023, doi: 10.46498/reduipb.v27i1.1896.
- [17] N. R. Niño, M. N. Uceda, F. A. Fernández, y M. García, «Estrategias didácticas para promover el aprendizaje significativo dirigido a estudiantes universitarios», *Mendive Rev. Educ.*, vol. 20, n.º 4, pp. 1297-1309, dic. 2022.
- [18] J. L. Fonseca y C. R. Alfaro, «El cálculo diferencial e integral en una variable en la formación inicial de docentes de matemática en Costa Rica», *Rev. Educ.*, vol. 42, n.º 2, pp. 289-305, dic. 2018, doi: 10.15517/revedu.v42i2.25844.
- [19] R. Depool, «La enseñanza y aprendizaje del Cálculo Integral en un entorno computacional: Actitudes de los estudiantes hacia el uso de un Programa de Cálculo Simbólico (PCS)», *Números Rev. Didáctica Las Matemáticas*, n.º 62, pp. 3-31, 2005.
- [20] E. Y. Becerra y W. Vergara, «Efectos de una mediación TIC en el aprendizaje del cálculo integral, en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Boyacá», master thesis, Universidad Santo Tomás, 2016. Accedido: 28 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.usta.edu.co/handle/11634/9544>
- [21] A. M. Grisales, «Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas», *Entramado*, vol. 14, n.º 2, pp. 198-214, dic. 2018, doi: 10.18041/1900-3803/entramado.2.4751.
- [22] Isakova, Ye, Zubenko, K., Paziura, N., Olekhnovych, V., y Ostashchuk, V., «A computer oriented model of blended learning of the English language», 2020, Accedido: 3 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343346000_A_computer_oriented_model_of_blended_learning_of_the_English_language/link/5f244aa2458515b729f78f25/download
- [23] M. Fannakhosrow, S. Nourabadi, D. T. Ngoc Huy, N. Dinh Trung, y M. A. Tashtoush, «A Comparative Study of Information and Communication Technology (ICT)-Based and Conventional Methods of Instruction on Learners' Academic Enthusiasm for L2 Learning», *Educ. Res. Int.*, vol. 2022, p. e5478088, mar. 2022, doi: 10.1155/2022/5478088.
- [24] X. Peng, «Holistic Language Teaching Method in College English Vocabulary Teaching under Big Data and Multimedia Environment», *Sci. Program.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/4250202.
- [25] M. Abbasova y N. Mammadova, «The Role of Digital Technology in English Language Teaching in Azerbaijan», *Int. J. Engl. Linguist.*, vol. 9, p. 364, mar. 2019, doi: 10.5539/ijel.v9n2p364.
- [26] V. Gaydarenko, E. Medvedeva, N. Solovyeva, y A. Plakhtii, «The Use of Information and Communication Technologies to Increase the Motivation of Students When Studying English as a Foreign Language», *Int. J. Web-Based Learn. Teach. Technol. IJWLTT*, vol. 16, n.º 6, pp. 1-15, nov. 2021, doi: 10.4018/IJWLTT.293278.
- [27] F. J. C. Sierra, *Java 2: lenguaje y aplicaciones*. RA-MA Editorial, 2015. Accedido: 6 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/utpbiblio/62458>
- [28] R. B. Alzina y R. Bisquerra, *Métodos de investigación educativa: guía práctica*. CEAC, 1989.
- [29] R. Hernández, C. Fernández, y P. Baptista, *Metodología de la Investigación*. 2014. Accedido: 3 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/44216969/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigacion_Sampieri
- [30] R. Hernández y C. Mendoza, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana, 2018.
- [31] D. J. Supo, D. H. Zacarías, y P. B. Camayo, *Metodología de la Investigación Científica: Niveles de investigación*. Independently published, 2024.
- [32] H. Zacarías y J. Supo, *Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales*. Bioestadístico, 2020.
- [33] C. Hervás, P. Toledo, y M. C. González, «La utilización conjunta de la pizarra digital interactiva y el sistema de participación senteo: una experiencia universitaria.», [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/368/36815128016.pdf>